

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-285462

(43) 公開日 平成4年(1992)10月9日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 2 K 55/04

5/24

識別記号

Z A A

庁内整理番号

7254-5H

A 7254-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数3(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平3-47955

(22) 出願日 平成3年(1991)3月13日

(71) 出願人 391006887

超電導発電関連機器・材料技術研究組合

大阪府大阪市北区西天満5丁目14番10号

梅田UNビル

(72) 発明者 荒川 臣司

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 高橋 身佳

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 鶴沼 辰之

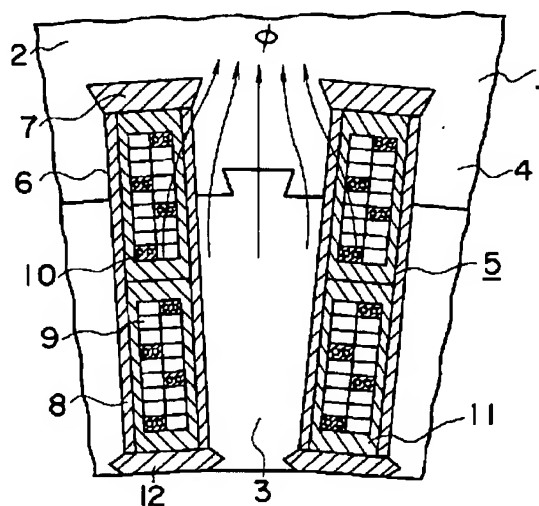
(54) 【発明の名称】 超電導回転電機の固定子

(57) 【要約】

【目的】 電機子巻線に働く強大な電磁力を低減し、この電磁力による電機子巻線胴部の振動を抑制し、電機子巻線胴部自体の剛性を増大する。

【構成】 ティース部が非磁性材からなる空隙電機子巻線方式の固定子1と、超電導界磁巻線を有する回転子とが、所定の空隙を介して対向してなる超電導回転電機の固定子において、前記固定子1の電機子巻線底面付近、及び電機子巻線周囲の絶縁材11とティース3、4との境界部分に、非磁性材料からなる振動吸収材を埋設した。

【効果】



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ティース部が非磁性材からなる空隙電機子巻線方式の固定子と、超電導界磁巻線を有する回転子とが、所定の空隙を介し対向してなる超電導回転電機の固定子において、前記固定子の電機子巻線底面付近、及び電機巻線周囲の絶縁材とティースとの境界部分に、非磁性材料からなる振動吸収材を埋設したことを特徴とする超電導回転電機の固定子。

【請求項2】 固定子のティースの一部分を磁性材で構成したことを特徴とする請求項1記載の超電導回転電機の固定子。

【請求項3】 電機子巻線胴部に埋設されている冷却パイプ内の軸方向断面中央部近傍に、中間支持板を設けたことを特徴とする請求項1または2記載の超電導回転電機の固定子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超電導回転電機の固定子に係り、特に空隙巻線方式を採用した超電導回転電機の固定子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】超電導回転電機に設けられた空隙巻線方式の固定子は、一般に例えば特開昭58-154358号公報に記載されているように、鉄心スロット方式における固定子ティース部が、すべて非磁性材から構成されている。すなわち、空隙巻線方式の固定子においては、電機子巻線底面の外周側にしか、磁気シールドする磁性材が存在しない。このため、回転子から発生する磁束は電機子巻線内部をも通過し、電磁力を発生する原因となっていた。特に、界磁巻線が超電導材などからなる場合は、強磁場により強大な電磁力が電機子巻線に働くことになる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したように空隙電機子巻線方式を採用した固定子では、超電導界磁巻線から高磁束密度の交流磁界が直接電機子巻線に加わる。このため、電機子巻線には強大な電磁力が働く上、この電磁力に基づく振動も加わる。従ってこの巻線方式によると、電機子巻線胴部内の各構成部材に高い機械的強度が要求されるという問題があった。

【0004】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、電機子巻線に働く強大な電磁力を低減し、この電磁力による電機子巻線胴部の振動を抑制し、電機子巻線胴部自体の剛性を増大することのできる超電導回転電機の固定子を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、ティース部が非磁性材からなる空隙電機子巻線方式の固定子と、超電導界磁巻線を有する回転子とが、所定の空隙を介し対向してなる超電導回転電機の

2

固定子において、前記固定子の電機子巻線底面付近、及び電機巻線周囲の絶縁材とティースとの境界部分に、非磁性材料からなる振動吸収材を埋設したことを特徴としている。

【0006】また、固定子のティースの一部分を磁性材で構成したことを特徴としている。さらに、電機子巻線胴部内に埋設されている冷却パイプ内の軸方向断面中央部近傍に、中間支持板を設けたことを特徴としている。

【0007】

【作用】上記構成によると、電機子巻線胴部の底面に埋設した非磁性材から成る振動吸収材の断面形状、及びティースを構成する非磁性部分と磁性部分との占率率や配置などを適当に選択することによって、電機子巻線胴部付近の磁束分布を変化させることができる。これにより、電機子巻線に働く電磁力を低減できる上に、この電磁力に基づく電機子巻線胴部の径方向の振動を抑制できる。

【0008】また、電機子巻線周囲の絶縁材とティースとの境界部分に埋設した振動吸収材により、電機子巻線胴部の周方向の振動が抑制される。

【0009】更に、電機子巻線胴部内の冷却パイプの軸方向断面中央部付近に設けた中間支持板は、電機子巻線胴部の径方向の剛性を増大する作用がある。

【0010】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0011】図1は本実施例による超電導回転電機の固定子の、電機子巻線胴部近傍の軸方向部分断面図である。固定子1は図示しない回転子と所定の空隙を介して対向配置され、回転子側の絶縁ティース3と底部側の鉄心ティース4とがタブテールを介して固定されてなっている。また鉄心ティース4の底部には磁束が固定子1の外部に漏れないように、鉄などの強磁性材からなる磁気シールド2が形成されている。また、鉄心ティース4には周方向に対して所定の間隔で溝6が設けられており、溝6には電機子巻線胴部5の一部分及び振動吸収材である底面ダンパ7が埋設されている。

【0012】絶縁ティース3は、FRP（繊維強化プラスチック）などの高い機械的強度を有する非磁性材料から構成されている。また電機子巻線胴部5は、多数の素線を束ねた小導体9、ステンレス合金などの高い電気抵抗を有する金属材料から成る冷却パイプ10、マイカなど絶縁性の高い非磁性材料から成る対地絶縁材11、およびウエッジ12などから構成される。

【0013】底面ダンパ7は特殊シリコンゴムなどの弾性が小さく、耐熱性、絶縁性に優れた非磁性材で形成されており、電機子巻線胴部5の底面に密着して鉄心ティース4内に埋設されている。また、電機子巻線胴部5とティース3、4との境界部には、底面ダンパ7と同様に特殊シリコンゴムなどの非磁性材からなる振動吸収材で

3

ある側面ダンパ8が設けられている。

【0014】次に本実施例の作用を説明する。鉄心ティース4の長さ(径方向長さ)を適度に設定することで、回転子から固定子1に流入する磁束の流路の最適化を図ることができる。つまり、鉄心ティース4が固定子1の内径部まで伸びている場合、すなわち、ティース部がすべて磁性材で構成される場合には、回転子からの磁束がすべてティース部に集中しようとする。この結果、ティース先端付近での磁束密度は飽和磁束密度を大幅に越え、鉄損が増大する。

【0015】逆に、空隙巻線方式と呼ばれる、ティース部をすべて非磁性材で構成する方式においては、回転子から固定子1に流入する磁束は、鉄などの強磁性材から構成される磁気シールド2に至るまでは、共に非磁性材から成る電機子巻線胴部5及びティース内にほぼ等密度に分布する。このため、電機子巻線胴部5内部の導体9に流れる電流の大きさと、この部分の磁束密度との積に比例した大きさの電磁力が、電機子巻線胴部5に働くため、固定子を構成する各部材に対し、高い機械的強度を有することが要求される。

【0016】しかしながら本実施例のようにティース先端部付近にFRPなどの非磁性材を用い、ティース根元付近に鉄などの強磁性材を用いる方式においては、それまで電機子巻線胴部5の内部を通過していた磁束の一部が透過率がより大きい鉄心ティース4の中を通過するようになり、電機子巻線胴部5に働く電磁力を低減することができる。また、ティース根元付近では、ティース先端部に比較して、底面ダンパ7の幅(周方向長さ)を調整することなどで、磁束の通過する断面積を大きく取ることができる。このため、この付近での磁束密度は飽和磁束密度を越えることなく、鉄損に関しては、空隙電機子巻線方式を作用した場合と同程度に小さく抑えることができる。

【0017】また、床面ダンパ7は小さな弾性率を有するので変形しやすく、前述の電磁力に基づく電機子巻線胴部5の歪エネルギーを吸収して、内部摩擦などで熱に変えることにより、電機子巻線胴部5の径方向の振動を減衰させることができる。また床面ダンパ7の材料は非磁性材であるので、この付近に分布する磁束の流路を最適化することができる。すなわち、床面ダンパ7の厚み(径方向長さ)、幅(周方向長さ)を変え、適当な断面形状にすることにより、ティース根本付近の磁束分布を変化させることができる。このため、それまで電機子巻線胴部5の内部を通過していた磁束の一部をティース内を通過させるようにし、電機子巻線胴部5に働く電磁力を低減することができる。

【0018】また、側面ダンパ8は非磁性材で形成されているため、磁束集中による鉄損の集中を防ぐことができる。そして、底面ダンパが、電磁力による電機子巻線胴部5の径方向の振動を抑制するのに対して、側面ダン

4

パ8は主に、周方向の電磁力による振動を抑制する効果がある。

【0019】上述したように、超電導回転電機固定子において、電機子巻線付近を以上のような構造とすることで、回転子から固定子内に流入する磁束の流路に関する最適化を図ることができる。これにより、磁束集中による鉄損を最小限に抑えながら、電機子巻線胴部5に働く電磁力を低減し、かつこの電磁力に基づく振動を抑制することができる。

10 【0020】図2に本発明の他の実施例を示す。図2は冷却パイプ10の拡大断面図であり、冷却パイプ10の中央部に中間支持板13を設けたものである。前述した実施例によっても電機子巻線胴部5に働く電磁力をかなり低減できるが、それでもなお、超電導界磁巻線による強磁場のため従来機に比べて強大な電磁力が働くことは避けられない。このため、電機子巻線胴部5の径方向の剛性を増大するため、冷却パイプ10の中央部に中間支持板13のある断面構造とする。このような断面構造にすると、まず、径方向電磁力に基づく冷却パイプの上下方向の圧縮力に関し、これを支持する断面積が増大して、パイプ内部に発生する圧縮応力を小さく抑えることができる。また、この電磁力による冷却パイプ10の上下辺の曲げに関しては、中央に支持部を増やしたことで、径方向電磁力に対する曲げ剛性が増大することになる。

20 【0021】断面構造の変更に伴い、冷却パイプ10内を流れる水などの冷媒の流量が中間支持板13がない場合に比較して減少し、冷却特性が低下することが考えられる。これに対しては、冷却パイプ10の内表面に凹凸をつけ、伝熱面積を増大することにより熱伝達率を向上させ、冷却効率の低下を防ぐことができる。

【0022】更に、以上述べた断面構造を有する冷却パイプ10は、図3に示すように、中間支持板13の部分で分割した構造、すなわち内表面に凹凸を持つ2本のパイプを並列させて形成することも可能である。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、超電導回転電機固定子の電機子巻線胴部及びティース部一帯の磁束流路を制御できるので、電機子巻線に直接作用する超電導界磁巻線からの磁束量を低減でき、電機子巻線に働く電磁力を低減できる効果がある。

【0024】また、埋設した材料は振動吸収材でもあるため、上記電磁力に基づく電機子巻線胴部の、径方向及び周方向の振動を抑制する効果がある。

【0025】更に、電機子巻線胴部内の冷却パイプ内部に設けた中間支持板は、電機子巻線胴部の径方向の剛性を増大させる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による超電導回転電機固定子の電機子巻線胴部の構成を示す部分断面図である。

(4)

特開平4-285462

5

【図2】本発明の他の実施例による冷却パイプの構成を示す拡大断面図である。

【図3】同じく冷却パイプの他の構成を示す拡大断面図である。

【符号の説明】

1 固定子

3 絶縁ティース

4 鉄心ティース

7 底面ダンパ (振動吸収材)

8 側面ダンパ (振動吸収材)

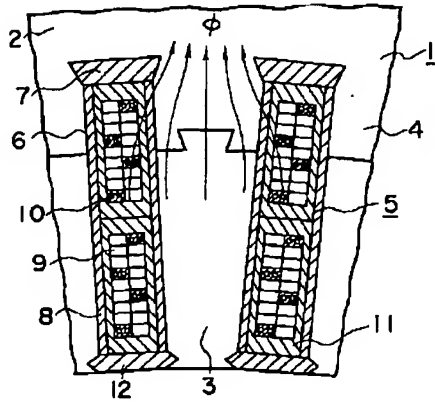
10 冷却パイプ

13 中間支持板

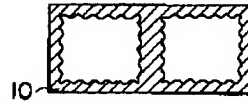
Insul. teeth. Non Mag. Mat. FRP

Lower surf. Damper = Non Mag. Sil. Rubb.

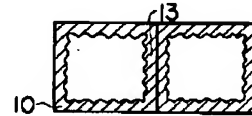
【図1】



【図2】



【図3】



CLIPPEDIMAGE= JP404285462A

PAT-NO: JP404285462A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04285462 A

TITLE: STATOR FOR SUPERCONDUCTING ROTARY ELECTRIC MACHINE

PUBN-DATE: October 9, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ARAKAWA, SHINJI

TAKAHASHI, MIYOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

CHODENDO HATSUDEN KANREN KIKI ZAIRYO

GIJUTSU KENKYU KUMIAI

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP03047955

APPL-DATE: March 13, 1991

INT-CL (IPC): H02K055/04;H02K005/24

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce a strong electromagnetic force operating at an armature winding, to suppress the vibration of an armature winding body due to the force and to increase the rigidity of the body itself.

CONSTITUTION: In a stator of a superconducting rotary electric machine having a dovetail part in which an air gap armature winding type stator 1 made of a nonmagnetic material and a rotor having a superconducting field winding are opposed through a predetermined air gap, a vibration absorbing material made of a nonmagnetic material is buried in boundaries between the vicinity of the bottom of the armature winding of the stator and an insulating material 1

around the armature winding and dovetails 3, 4.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio